500 m Hizmet Arzı Analizi
İşlemler, Hesaplamalar ve Görsel Mantık

Aktif model: supply_v2_supply_only | Güncelleme: 31.10.2026

1 | Analiz hangi soruyu yanıtlıyor?

İstanbul'daki her 500 × 500 m hücre için, yaya ağıyla erişilebilen toplu taşıma hizmetinin ne kadar yoğun ve çeşitli olduğunu ölçer. Sonuç 0–100 arası bir hizmet arzı puanıdır. Bu puan yolcu talebi, gerçek araç doluluğu veya gözlenmiş yolcu kapasitesi değildir.

500 m grid
5 örnek nokta

OSM yaya ağı
Snap + Dijkstra

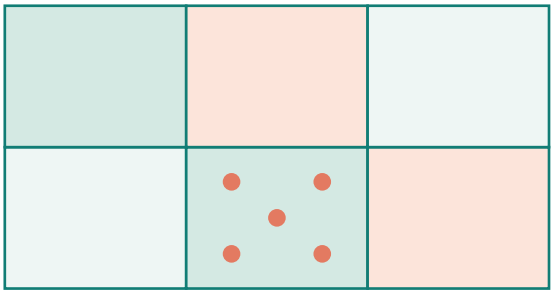
GTFS hizmeti
15 dk erişilebilir hat

V2 endeksi
F + M + D

İş akışı: önce erişilebilir hatlar seçilir, ardından hizmet miktarı puanlanır.

2 | Grid ve örnek noktaların oluşturulması

Hücreler metrik EPSG:32635 koordinat sisteminde değerlendirilir. Her hücrede merkez ve dört çeyrek nokta kullanılır. Böylece yalnızca hücre merkezine bakmanın yaratabileceği temsil sorunu azaltılmaya çalışılır.



Her hücre: 500 × 500 m

Ortadaki hücrede 5 örnek:
1 merkez + 4 çeyrek noktası

Bu örneklerin yürüyüş süreleri hesaplanır; medyan değer alınır.

Şematik grid; harita ölçeği değildir.

3 | Snap: örnek noktanın yürüyüş ağına bağlanması

Grid örneği en fazla 400 m içindeki en yakın yürünebilir yol segmentine bağlanır; toplu taşıma durakları ise en fazla 300 m içindeki ağ düğümüne bağlanır. Grid örneğinin yola dik uzaklığı ve segment boyunca seçilen uç düğüme ulaşma maliyeti yürüyüş süresine katılır.



Şema: en yakın yol segmenti bulunur, geçerli uç düğümün maliyeti seçilir.

Grid snap mesafesi	Kalite
0–100 m	Yüksek güven
100–250 m	Orta güven
250–400 m	Düşük güven
400 m dışında	Eşleşme yok; neden kaydedilir

4 | 15 dakikalık yaya erişimi

Yaya ağında rota bazlı, süre sınırlandırılmış Dijkstra araması yapılır. Her hat için erişilebilir duraklar dikkate alınır; hücrenin beş örnek noktasından elde edilen yürüyüş sürelerinin medyanı kullanılır. Medyan süre 15 dakika veya altında ve ilgili hattın 12 saatlik ortalama hafta içi kalkışı pozitifse hat hizmet arzı hesabına alınır.

Örnek (temsili): Bir hat için beş örneğin yürüyüş süresi 6, 8, 9, 12 ve 18 dakika olsun. Medyan = 9 dakika; bu hat 15 dakika filtresini geçer. 18 dakikalık tek örnek, medyanı tek başına belirlemez.

5 | GTFS verileri nasıl birleştiriliyor?

Erişilebilir her hat için route_type, 07.00–19.00 hafta içi ortalama kalkış sayısı, veri kaynağı sınıfı ve ulaşım türü vekil katsayısı alınır. Hat kayıtları grid bazında birleştirilir. Hatlar birden çok durağa sahip olsa bile rota bazında tekilleştirilmiş erişim kayıtları kullanılır.

Alan / ara değer	Hesaplama
accessible_route_count	Erişilebilir hat sayısı
accessible_mode_count	Farklı ulaşım türü sayısı
accessible_departures_12h	Erişilebilir hatların 12 saatlik kalkış toplamı
departures_per_hour	12 saatlik kalkış toplamı / 12
mode_weighted_departures_per_hour	Toplam (hat kalkışı × tür vekil katsayısı) / 12

6 | Tür vekil katsayıları (mevcut SQL)

Tür ağırlıklı hizmet hesabında kullanılan katsayılar gerçek araç kapasitesi değil, modele tanımlanmış vekil değerlerdir. Aşağıdaki değerler db/34_metric_grid_service_supply_stage.sql dosyasındaki aktif hat görünümünden alınmıştır.

route_type	Sistemdeki tür	Katsayı
0, 1, 2, 5, 6, 7	Tramvay, metro, tren ve ilgili raylı/kablolu türler	4,00
4	Deniz ulaşımı	3,00
3	Otobüs	1,00
9, 10	Minibüs / taksi dolmuş	0,65
Diğer / boş	Diğer veya tanımlanmamış	0,75

Not: 5 ve 2 kodları bu katsayı kuralında yer alsa da önceki GTFS envanterinde bu kodlara ait hat bulunmamıştı. 9 ve 10 kodları proje verisindeki işletmeci kayıtlarına göre yorumlanır.

7 | Üç puan bileşeni nasıl hesaplanıyor?



F — Sefer sıklığı: Önce H = toplam 12 saatlik kalkış / 12 hesaplanır. Hizmet verilen gridlerin H dağılımından 95. yüzdelik değer (P95_H) bulunur. Aşırı yüksek değerler P95'te sınırlandırılarak logaritmik puan hesaplanır.

$$F = 100 \times \ln(1 + \min(H, P95_H)) / \ln(1 + P95_H)$$

M — Tür ağırlıklı hizmet: W = toplam(kalkış × tür katsayısı) / 12 bulunur. Ayrı bir P95_W referansıyla aynı logaritmik dönüşüm uygulanır.

$$M = 100 \times \ln(1 + \min(W, P95_W)) / \ln(1 + P95_W)$$

D — Tür çeşitliliği: Erişilebilir tür sayısı dört ile karşılaştırılır; dört veya daha fazla türde 100 puana ulaşır.

$$D = 100 \times \min(\text{tür sayısı} / 4, 1)$$

P95 referansı sıfır ya da geçersizse ilgili F veya M bileşeni 0 kabul edilir. Bu referanslar veri dağılımından hesaplanır; sabit bir İstanbul hizmet standardı değildir.

8 | Nihai hizmet arzı endeksi

$$\text{Hizmet arzı} = 0{,}50 \times F + 0{,}30 \times M + 0{,}20 \times D$$

Sayısal örnek (tamamen temsili): F = 70, M = 60, D = 50 için hizmet arzı = 0,50×70 + 0,30×60 + 0,20×50 = 63 puan. Bu hücre yüksek sınıfındadır. Örnek puanlar canlı sistemden alınmamıştır.

9 | Sınıflandırma ve harita mantığı

Koşul / puan	Hizmet sınıfı
Erişilebilir hat yok	Hizmet yok (no_service)
0–19,9 (hat mevcutsa)	Çok düşük
20–39,9	Düşük
40–59,9	Orta
60–79,9	Yüksek
80–100	Çok yüksek

Haritada her grid, endeks sınıfına göre renklendirilebilir. Kullanıcı grid seçtiğinde toplam puanla birlikte F, M ve D alt puanları, erişilebilir hat sayısı, ulaşım türü sayısı ve saatlik sefer miktarı gösterilerek sonuç açıklanabilir.

10 | Kanıt sınıfları ve yorum sınırları

Veri kaynağı reference_schedule, historical_only, mixed_reference_historical, scenario_only veya mixed_with_scenario olarak etiketlenir. Böylece tarifeli veri ile tarihsel/senaryo varsayımları aynı güven düzeyinde sunulmaz.

Önemli sınırlar: (1) Snap yakınlığı gerçek geçilebilirliği garanti etmez. (2) Tür katsayıları gözlenmiş taşıma kapasitesi değildir. (3) Sefer sayıları gerçek zamanlı işletim veya doluluğu göstermez. (4) Yaya erişimi hizmete dahil olma filtresidir; yürüyüş süresi V2 puanının bağımsız bileşeni değildir. (5) PTAL erişilebilirliği ayrı tutulur.

11 | Arz–talep analizinden farkı

Bu analiz hizmetin nerede güçlü veya zayıf olduğunu gösterir. Nüfus ve istihdam verileri ayrıca eklenmeden, hizmet açığının hangi bölgede daha fazla insanı etkilediği veya karşılanmamış talebin büyüklüğü hesaplanmış sayılmaz. Arz–talep uyumsuzluğu için ayrıca kaynak yılı uyumlu ve aynı grid sistemine aktarılmış talep göstergeleri gerekir.

12 | Teknik izlenebilirlik ve kaynaklar

Kaynak / nesne	İşlev
db/38_service_supply_v2_supply_only.sql	Aktif V2 bileşenleri, normalizasyon, sınıflandırma
db/34_metric_grid_service_supply_stage.sql	15 dk hat filtresi, route_type ve vekil katsayılar
build_pedestrian_network_access.py	5 örnek, edge snap, ağ ve medyan yürüme
public.transit_grid_service_supply_500m_v2	Grid bazında hizmet arzı sonuç görünümü
public.analysis_service_supply_v2_sensitivity	Ağırlık değişimlerine karşı duyarlılık senaryoları

Kod deposu: github.com/GeoTech-Dila/ctc-balance. Belge 31.10.2026 tarihinde kodda görülen yöntem üzerinden hazırlanmıştır. Şemalar ve sayısal örnekler açıklayıcıdır; canlı sonuçların veya saha doğrulamasının yerine geçmez.

13 | Kaynakça ve yöntemlerin dayanakları

Bu bölüm, dış kaynaklardan edinilen teknik bilgiler ile CTC Balance projesinde geliştirilen model kararlarını birbirinden ayırır. Kaynaklar doğrudan ilgili kullanım alanıyla eşleştirilmiştir.

1. GTFS Schedule – resmî veri standardı

İlgili işlem: routes.txt, trips.txt, stops.txt, stop_times.txt, calendar.txt ve sefer verilerinin anlamlandırılması; ulaşım türlerinin temel kodları. Not: 9 ve 10 kodları temel standart tür listesinde bulunmaz; bu projedeki işletmeci verileriyle yorumlanmıştır.

https://gtfs.org/documentation/schedule/reference/

2. OpenStreetMap – yol ağı ve veri lisansı

İlgili işlem: Yürünebilir yol segmentlerinin mekânsal veri kaynağı. OSM verisi Open Database License (ODbL) kapsamında kullanılır; uygulamada © OpenStreetMap contributors atfı korunmalıdır.

https://www.openstreetmap.org/copyright

3. PostGIS – ST_DWithin

İlgili işlem: Grid örneği ve durağın belirtilen yarıçapta yaya ağı öğesi bulup bulmadığının denetlenmesi. 400 m / 300 m sınırları PostGIS standardı değil, proje parametreleridir.

https://postgis.net/docs/ST_DWithin.html

4. PostGIS – ST_LineLocatePoint

İlgili işlem: Grid örneğinin en yakın yol segmenti üzerindeki konumunun 0–1 oranı olarak bulunması; uç düğüme kalan segment mesafesinin hesaplanmasına dayanak.

https://postgis.net/docs/ST_LineLocatePoint.html

5. pgRouting – Dijkstra ve drivingDistance

İlgili işlem: Yaya ağı üzerinde yol maliyetine dayalı erişilebilirlik araması ve 15 dakikalık sınırla ağın taranması. Proje kodunda pgr_drivingDistance kullanılmaktadır.

https://docs.pgrouting.org/

6. Transport for London – PTAL / Accessibility Index

İlgili fikir: Toplu taşıma erişilebilirliğini mekânsal olarak karşılaştırma yaklaşımı. Önemli: CTC Balance hizmet arzı V2, TfL PTAL formülünü uygulamaz; PTAL sistemde ayrı bir erişilebilirlik analizidir.

https://tfl.gov.uk/info-for/open-data-users/api-documentation

7. CTC Balance – projenin özgün uygulama kodu

İlgili işlem: 500 m grid, beş örnek nokta, edge-v2 snap, 15 dk eşik, medyan yürüme, tür vekil katsayıları, P95 logaritmik ölçekleme, üç bileşenli endeks ve sınıflandırma. Dosyalar: build_pedestrian_network_access.py; db/34_metric_grid_service_supply_stage.sql; db/38_service_supply_v2_supply_only.sql.

https://github.com/GeoTech-Dila/ctc-balance

14 | Hangi kararlar projeye özgüdür?

CTC Balance tasarım kararları: 500 m grid, beş örnek nokta, grid için 400 m ve durak için 300 m snap sınırı, 15 dakika erişim eşiği, medyan temsil değeri, 12 saatlik hizmet penceresi, P95 logaritmik normalizasyon, dört tür çeşitlilik hedefi, 0,50 / 0,30 / 0,20 bileşen ağırlıkları ve tür vekil katsayıları. Bunlar dış kaynaklardan birebir alınmış standart parametreler olarak gösterilmemelidir.

Doğrulama gereksinimi: Bu tercihlerin yerel koşullara uygunluğu duyarlılık analizi, saha kontrolleri ve veri kalitesi denetimleriyle sınanmalıdır. Kaynak gösterilmesi, seçilen parametrelerin bilimsel olarak doğrulandığı anlamına gelmez.

Kaynak kontrol tarihi: 31.10.2026. Referanslar yöntem ve yazılım belgeleridir; İstanbul GTFS dosyasının özgün yayımlayıcı indirme adresi mevcut kod kesitlerinden kesinleştirilemediği için burada uydurulmamıştır.